

Sıĝ temellerin tasarımı ve oturmaların hesabı

Prof Dr Gökhan Baykal

Program

- Killerin ve kumların temel davranış özellikleri
- Yüzeysel temellerin tanımı
- Tasarım esasları
- Taşıma gücü
- Gerilme dağılımları
- Oturma hesapları
- Problemlerli zeminler
- Sonuç ve öneriler

Temel tasarımı

- Temel göçmeden üzerine gelen yükleri taşıyabilmelidir (taşıma gücü analizi)
- Uygulanan yükler altında müsaade edilen oturmadan daha az oturma yapmalıdır ve farklı oturmalar kabul edilebilir sınırlar içinde olmalıdır (ani oturma+ konsolidasyon oturması+ ikincil konsolidasyon oturması)

Temel boyutlandırma

- Temel tipi + derinliği + boyutları seçildikten sonra gerekli zemin parametreleri ve yapı özellikleri ve yüklerden kaynaklanan parametreler kullanılarak seçilen tip, derinlik ve boyutların taşıma gücü tahkiki yapılır. Aynı temel için oturma hesapları yapılır. Her iki kriteri de sağlıyorsa (iterasyon yapılarak en ekonomik çözüm bulunmalıdır) o temel boyutu seçilir

Pratik bilgiler

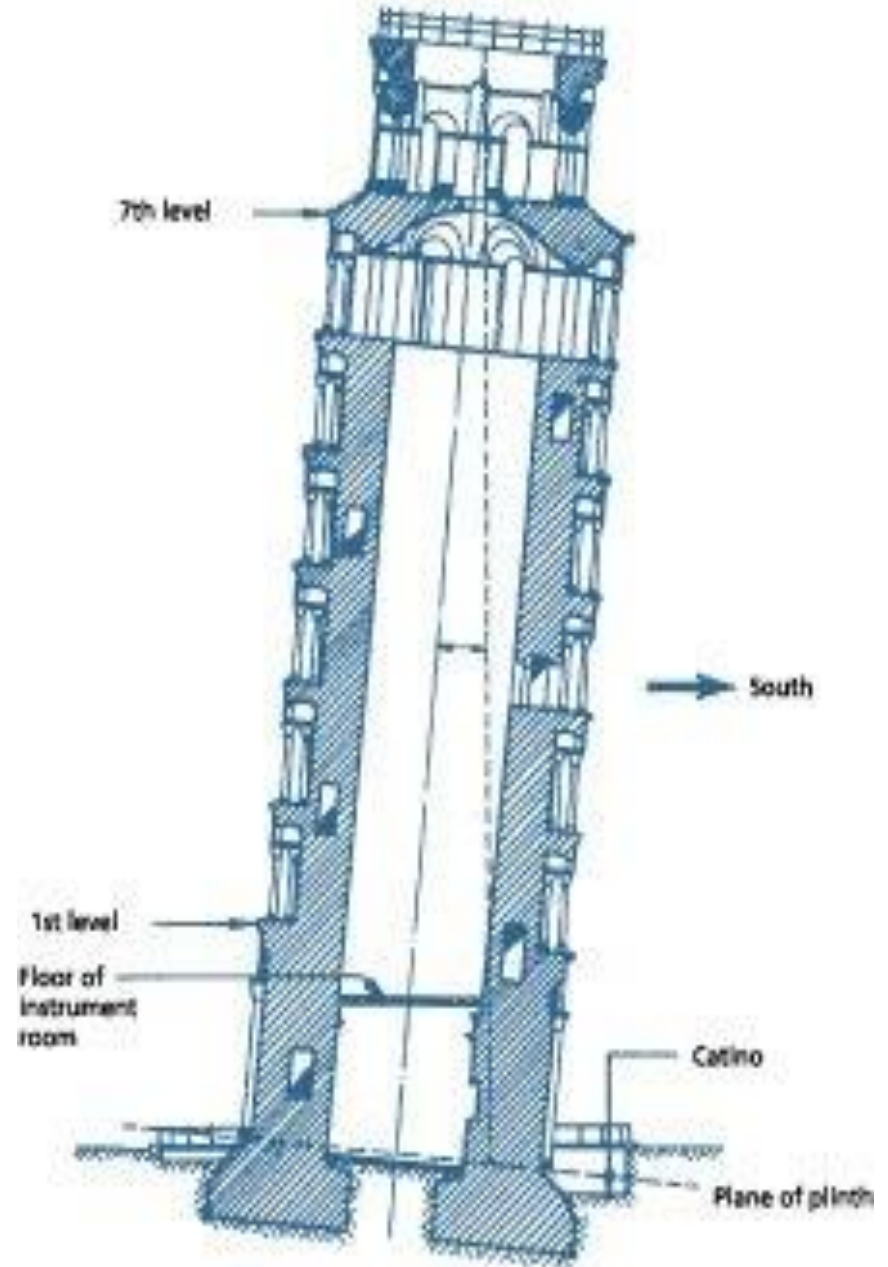
- Yumuşak zeminler ve gevşek zeminler dışındaki vakaların çoğunda oturmalar temel boyutlarına karar verirken taşıma gücünden daha önemli olmaktadır.
- Yapı ile ilgili bilgiler ve yapının maruz kaldığı ölü yükler, canlı yükler ve deprem, rüzgar gibi ani yükler bilinmeden temel boyutlandırması sadece ifade edilen bir zemin emniyet gerilmesi tanımı ile yapılamaz. Zemin emniyet gerilmesinin hesabı bizzat bu bilgileri gerektirir.

Pisa Kulesi

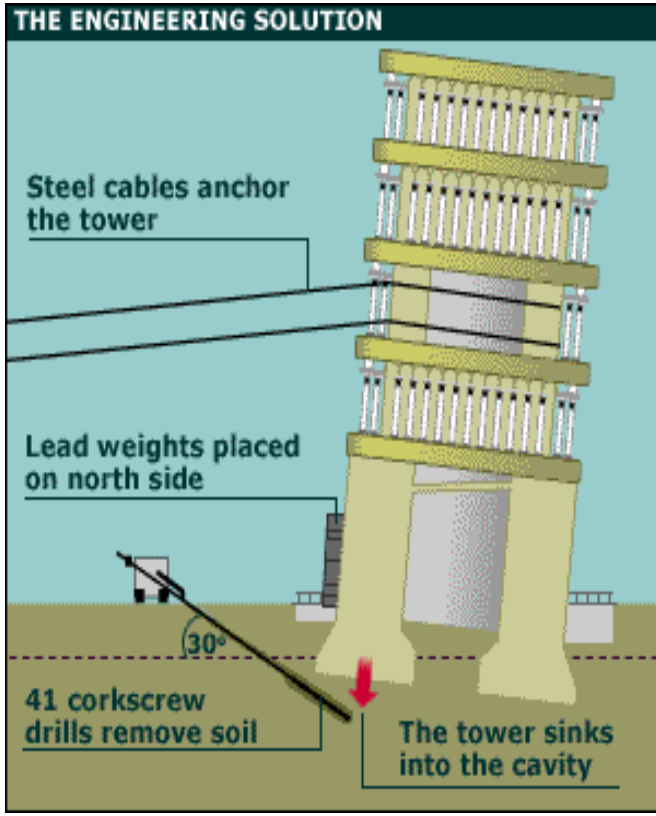


- 1173 yılında inşaat başladı
 - 10 yılda 3. halkaya kadar gelindi
 - 2.4 m genişlikte 2.7 m derinlikte halka temel
 - 1178 de eğilmeye başladı
- 1272 de dört kat daha eklendi
 - Bu katlar ters yönde eğildi
- 1372 de tamamlandı

- Yapı
 - 60 m yüksekliğinde
 - 15.5 m çapında
 - Kagir Halka temel 19.6 m çapında
 - 5.5 derece eğilme
 - 1838 de, Tabanda yapılan kazı ve beton kaldırım eklenmesi eğimi 0.5° artırdı
- Zemin
 - 10 m yumuşak, lagün siltli çamur çökelleri, altta 40 m hassas kil ve en altta sıkı kum



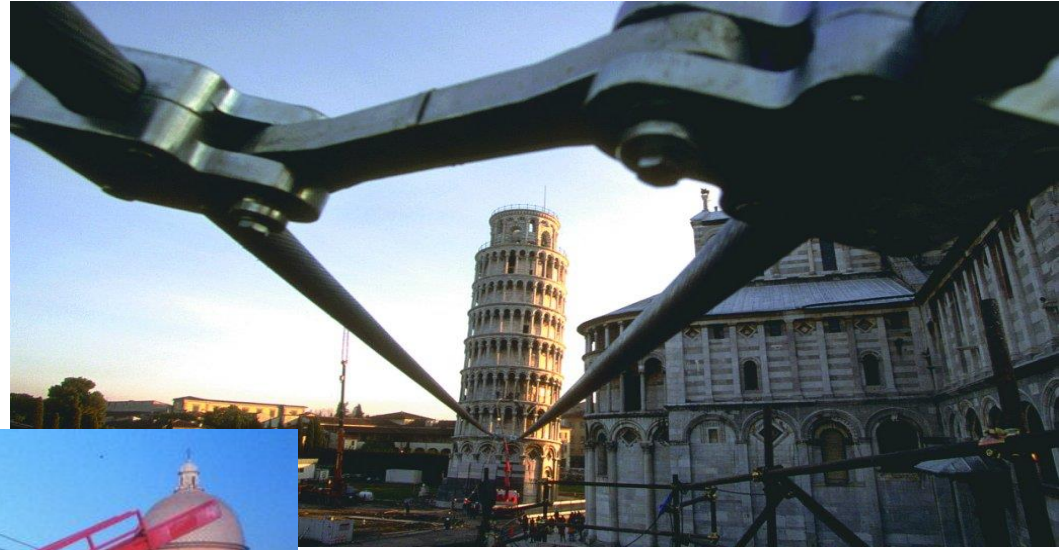
Pisa Kulesi



- Üç iyileştirme yöntemi kullanıldı
 - Kurşun ağırlıklar
 - 1834 de Bina içine beton halka bağlanarak desteklendi
 - 800 ton Kurşun Blok yerleştirildi
 - Kablo Desteği
 - İkinci seviye kablo ile bağlandı
 - Ankrajlandı
 - Kazı

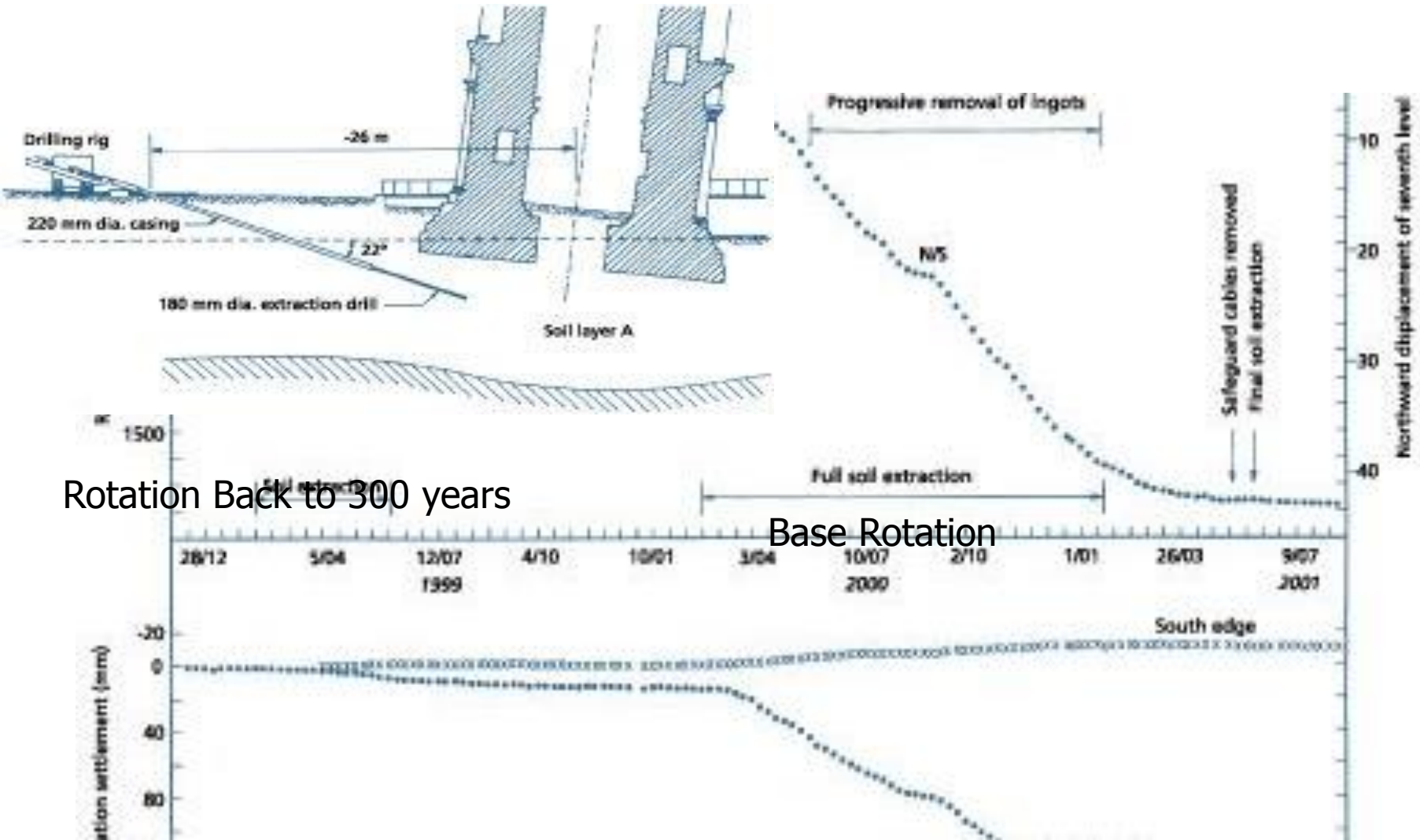
Pisa Kulesi

- İkinci kattan ankraj kabloları



boşaltıldı

Pisa Kulesi



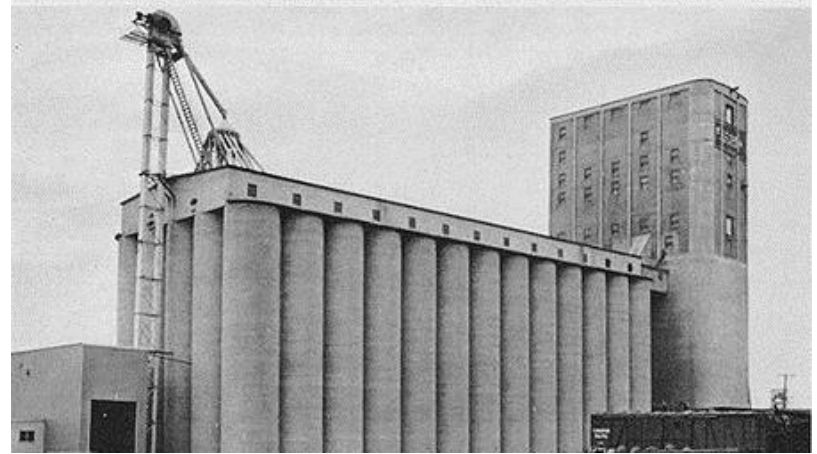
Rotation Back to 300 years

Base Rotation

Foundation Settlement

Transcona Tahıl Silos

- 1913 te inŐa edildi
- Kanada da d6nemin en b6y6k tahıl silos
- G6çme ve 27 derece yatması 12 saat s6rd6



Transcona Tahıl Silosu



- Sadece üstteki dağıtım binasında hasar oluştu
- Taban kayasına kadar kazıklar çakıldı
- Temel alanı kazıldı
- Yana yatan bölüm düzeltildi
- Halen kullanılıyor

Niigata

- 7.4 M deprem,
Haziran 16, 1964
- 26 kiři öldü, 10,000
bina hasar gördü
- Sıvılaşma sonucu
- Taşıma gücü kaybı

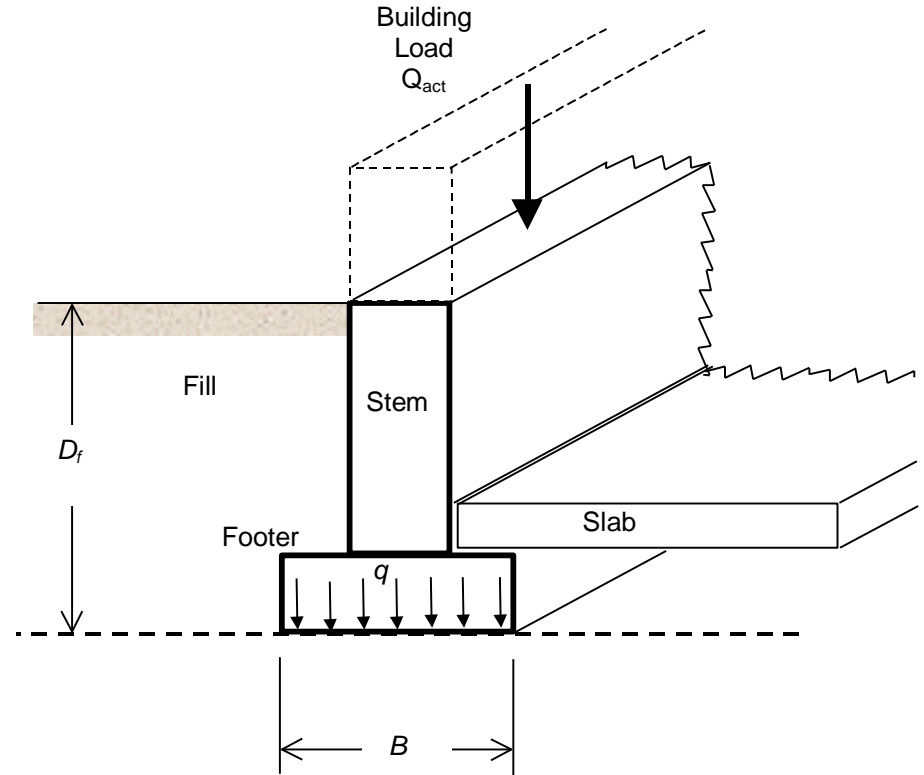


Niigata

- Bu binaların temelleri beton döşemeyi destekleyen iri çakıl ve blok taştan oluşan bir tabakadan oluşmaktaydı.
- Bu binalarda büyük hasar görmedi ve düzeltildikten sonra bugün hala kullanılmaktadır

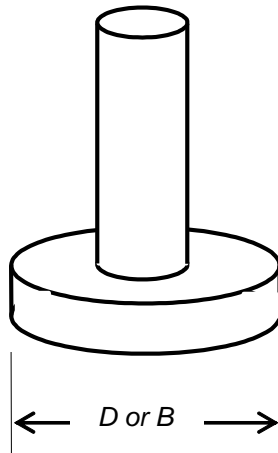
Yüzeysel temeller

- Genelde iki türü vardır
 - Uzun sürekli temel
 - Tekil temel
 - Dairesel
 - Kare
 - Dikdörtgen

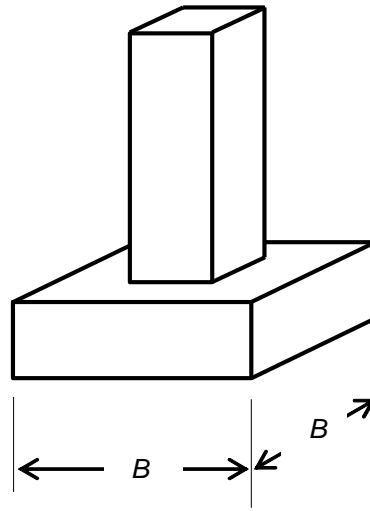


Yüzeysel temeller

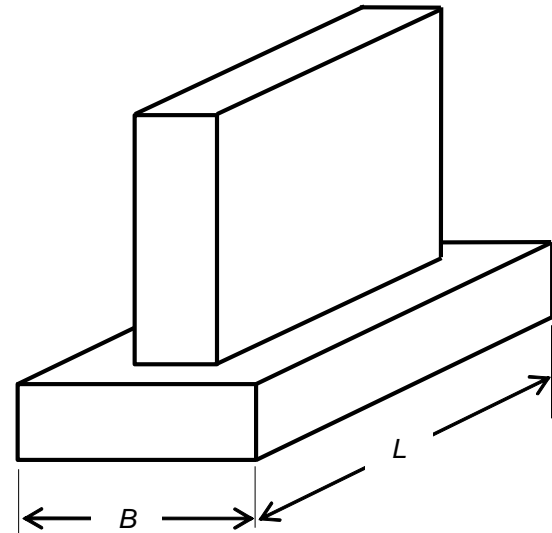
Dairesel



Kare

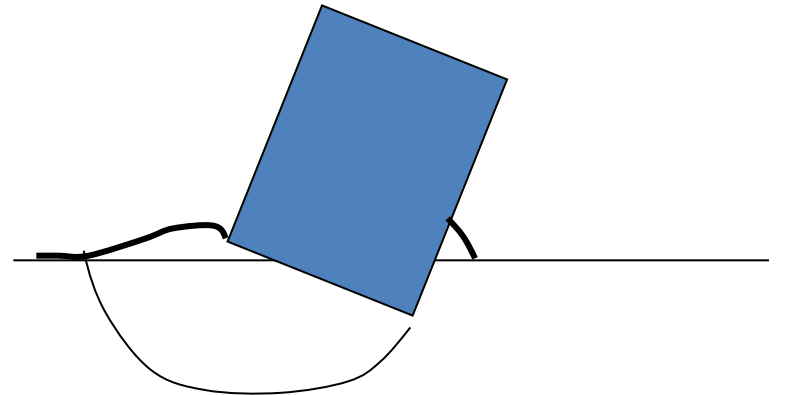
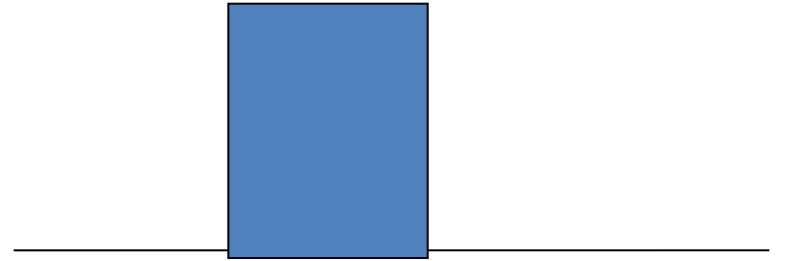


Dikdörtgen

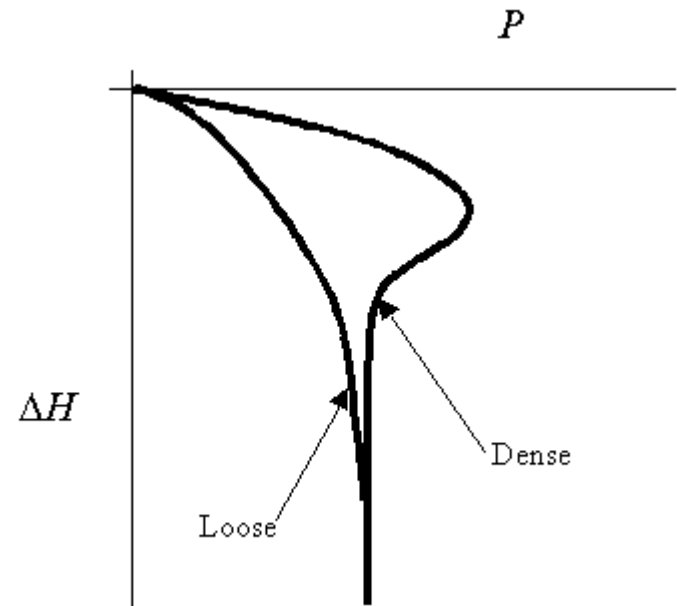
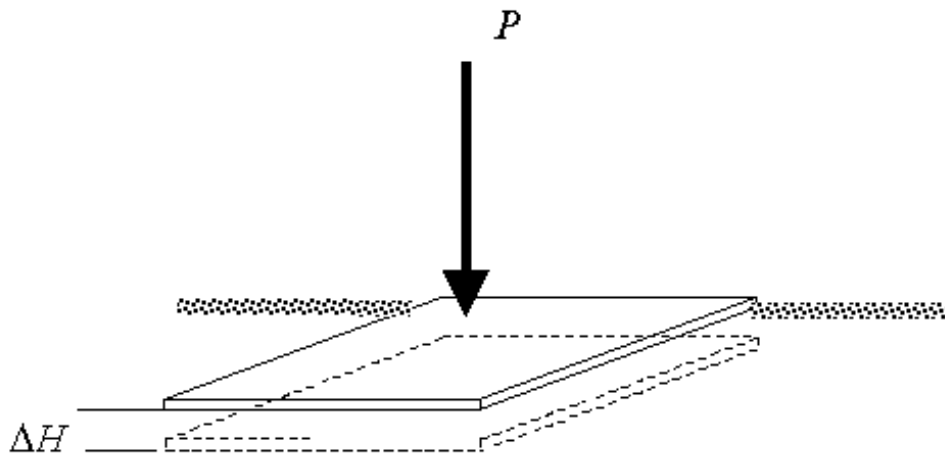


Taşıma gücü

Taşıma Gücü

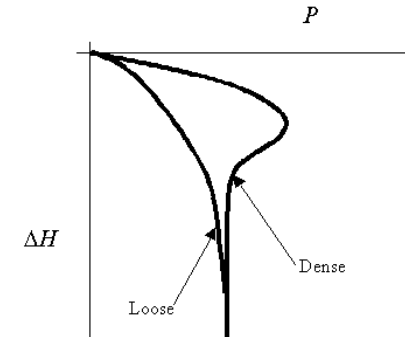
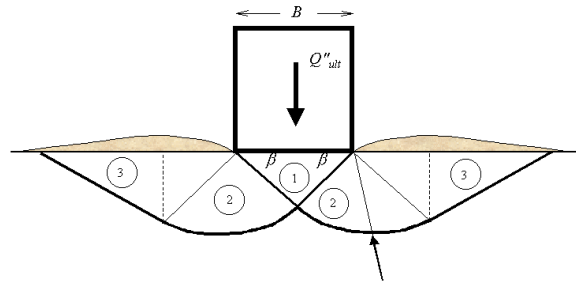


ASTM- D1194 Plaka yükleme deneyi

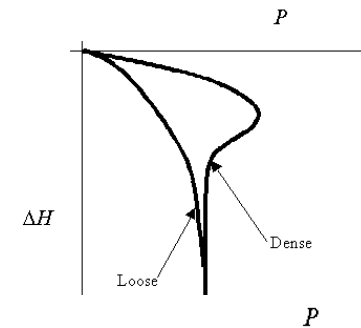
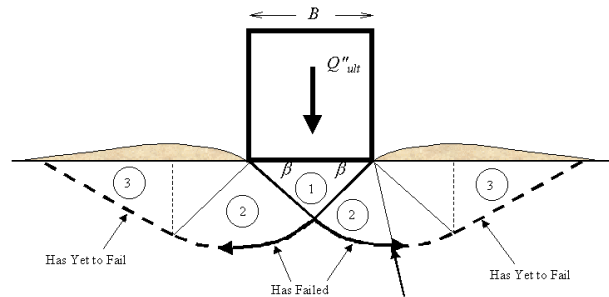


Plaka yükleme deneyler

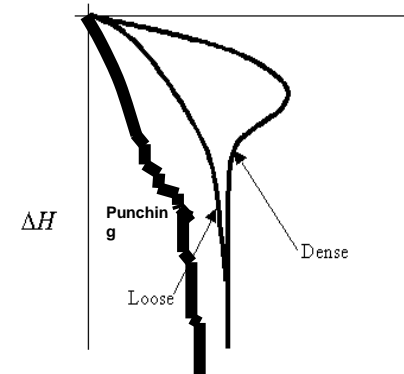
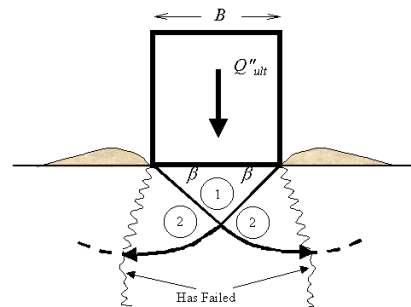
- Genel –



- Yerel –



- Zımbalama-

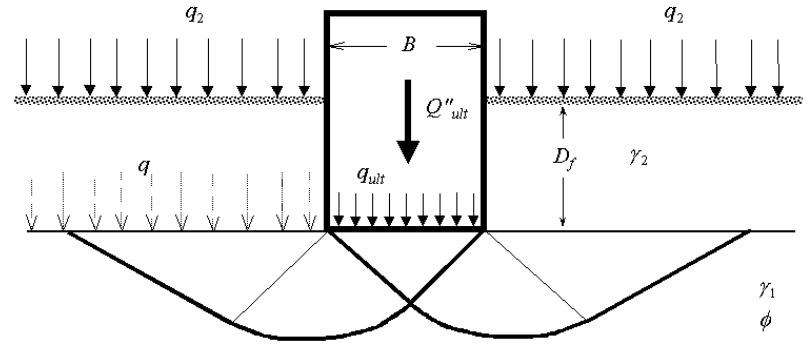


Genel göçme analizi

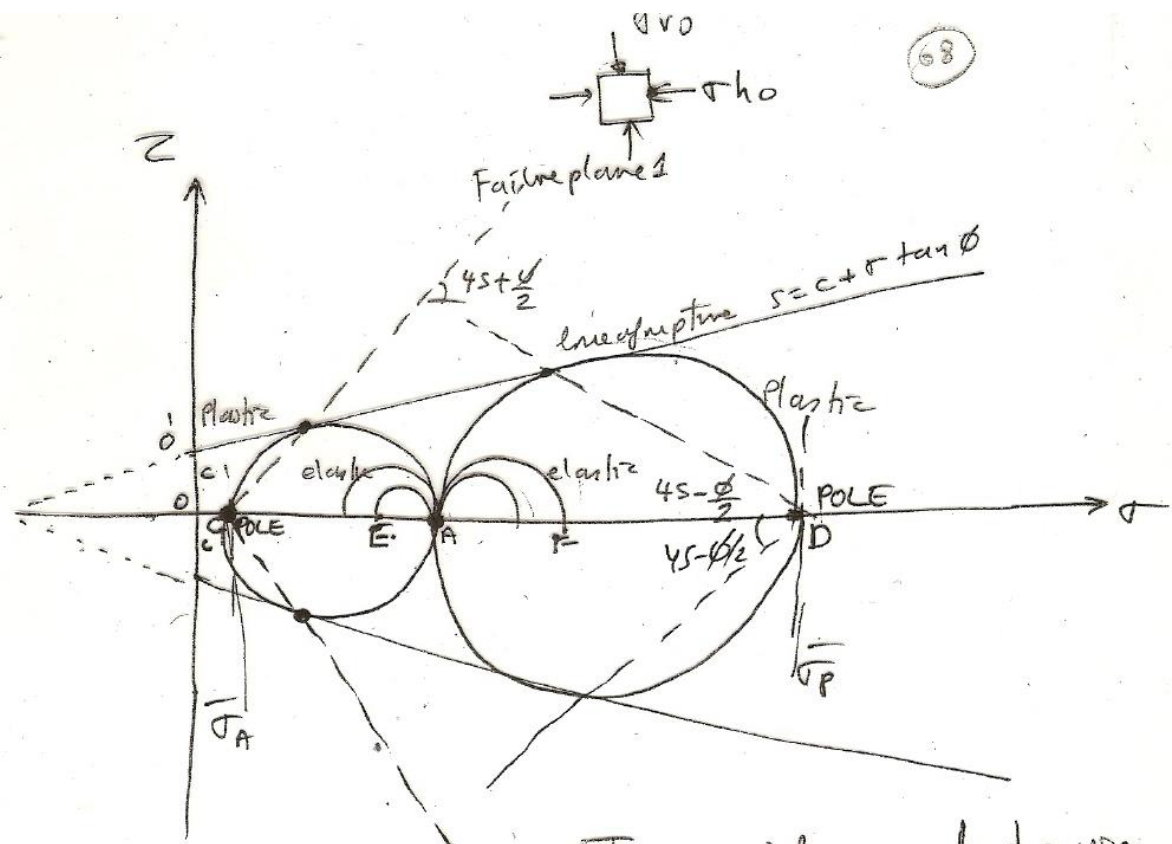
- Terzaghi

$$q_{ult} = \frac{Q''_{ult}}{B} = \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma + (q_2 + D_f \gamma_2) N_q + c N_c$$

- q_{ult} göçme anındaki gerilme
- Q''_{ult} Duvarın birim uzunluğu için uygulanan yük
- γ_1 temelin altındaki zeminin birim hacim ağırlığı
- C kohezyon

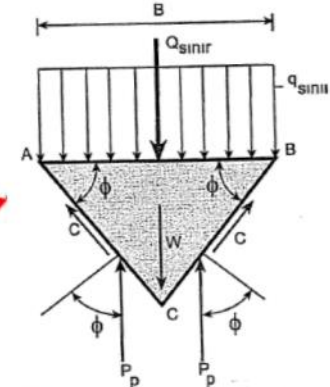
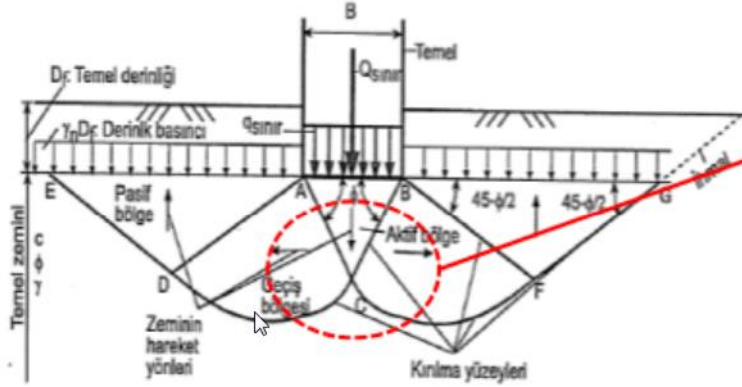


- N_γ , N_q ve N_c taşıma gücü faktörleri sadece ϕ ye bağlı.



Two circles can be drawn which are common to point A and

Terzaghi Denklemi (1943)



$$Q_{sınır} = q_{sınır} * B$$

$$W = \frac{1}{4} * \gamma * B^2 * \tan\phi'$$

$$C = c * \overline{CB} = \frac{c * B}{2 * \cos\phi'}$$

Düşey Denge Yazılırsa ;

$$q_{sınır} * B = 2 * P_p + C * B * \tan\phi' - \frac{1}{4} * \gamma * B^2 * \tan\phi'$$

$$q_{sınır} * B = 2 * (P_{pc} + P_{pq} + P_{p\gamma}) + C * B * \tan\phi' - \frac{1}{4} * \gamma * B^2 * \tan\phi'$$

$$q_{sınır} * B = (2 * P_{pc} + c * B * \tan\phi') + 2 * P_{pq} + (2 * P_{p\gamma} - \frac{1}{4} * \gamma * B^2 * \tan\phi')$$

$$2 * P_{pc} + c * B * \tan\phi' = B * c * N_c$$

$$2 * P_{pq} = 3 * \gamma * D_f * N_q$$

$$2 * P_{p\gamma} - \frac{1}{4} * \gamma * B^2 * \tan\phi' = \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma$$

$$q_{sınır} = c N_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Taşıma gücü analizi

Kare temeller için:

$$q_{n\text{ihai}} = 1,3c'N_c + \sigma'_D N_q + 0,4\gamma'BN_\gamma \quad (17.5)$$

Sürekli temeller için:

$$q_{n\text{ihai}} = c'N_c + \sigma'_D N_q + 0,5\gamma'BN_\gamma \quad (17.6)$$

Dairesel temeller:

$$q_{n\text{ihai}} = 1,3c'N_c + \sigma'_D N_q + 0,3\gamma'BN_\gamma \quad (17.7)$$

Burada:

$q_{n\text{ihai}}$ = nihai taşıma gücü

c' = efektif zemin kohezyonu

σ'_D = zemin yüzeyi altında D derinliğinde düşey efektif gerilme

(su tablasına derinlik D 'den büyükse, $\sigma'_D = \gamma D$)

γ' = zeminin efektif birim ağırlığı (su tablası çok derinde ise $\gamma' = \gamma$; daha sonra bu bölümde sığ yeraltı suyu koşulları için tartışmaya bakınız)

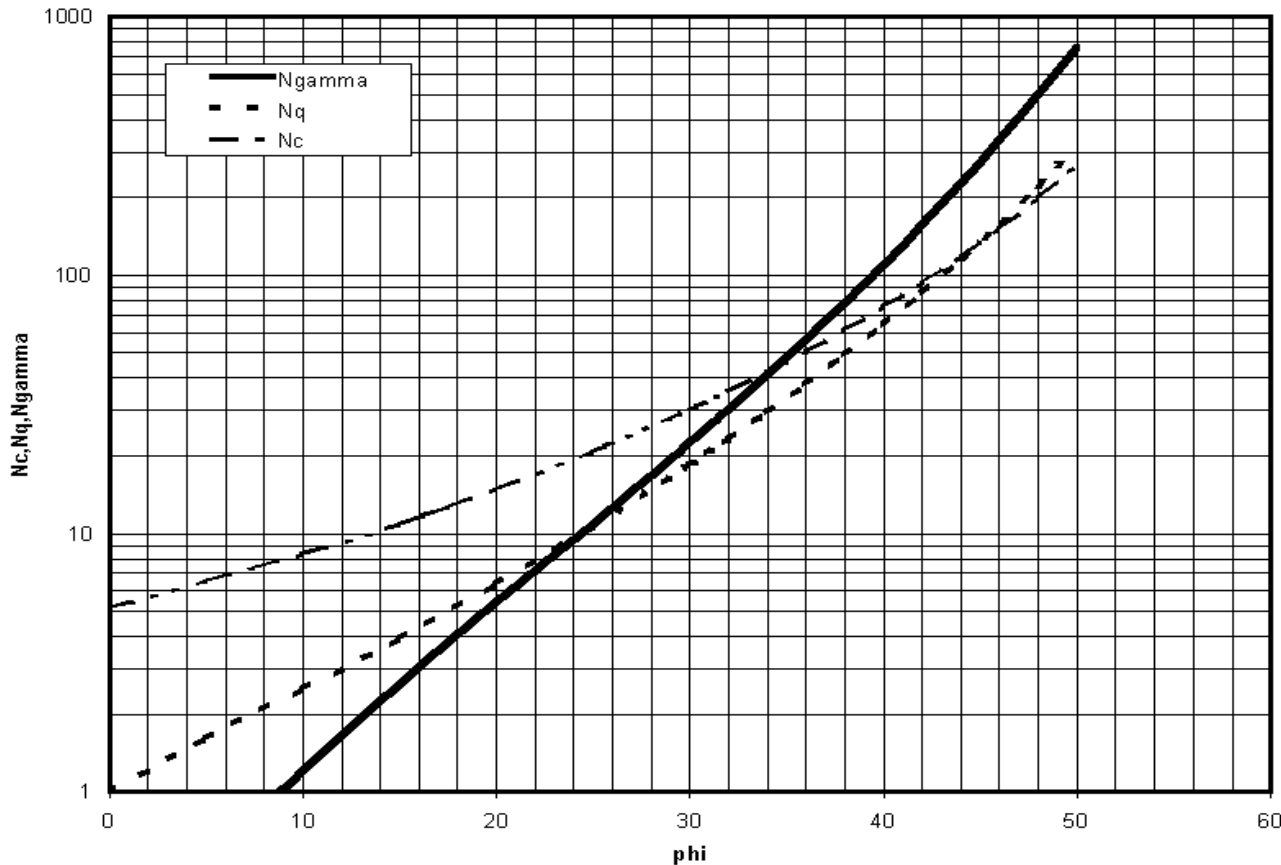
D = zemin yüzeyinden aşağı temel derinliği

B = temel genişliği (veya çapı)

N_c, N_q, N_γ = taşıma gücü faktörleri = $f(\phi')$ - Tablo 17.1'e bakınız.

Taşıma gücü faktörleri

$$q_{ult} = \frac{Q''_{ult}}{B} = \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma + (q_2 + D_f \gamma_2) N_q + c N_c$$



$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$$

$$= K_p e^{\pi \tan \phi}$$

(Reissner, 1924)

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

(Prandtl, 1921)

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

(Caquot and Kerisel, 1953)

(Vesic, 1973)

Taşıma gücü faktörleri

| ϕ | Kp | N γ | Nq | Nc | | ϕ | Kp | N γ | Nq | Nc |
|--------|-----|------------|------|------|--|--------|------|------------|--------|--------|
| 0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 5.1 | | 31 | 3.1 | 26.0 | 20.6 | 32.7 |
| 1 | 1.0 | 0.1 | 1.1 | 5.4 | | 32 | 3.3 | 30.2 | 23.2 | 35.5 |
| 2 | 1.1 | 0.2 | 1.2 | 5.6 | | 33 | 3.4 | 35.2 | 26.1 | 38.6 |
| 3 | 1.1 | 0.2 | 1.3 | 5.9 | | 34 | 3.5 | 41.1 | 29.4 | 42.2 |
| 4 | 1.1 | 0.3 | 1.4 | 6.2 | | 35 | 3.7 | 48.0 | 33.3 | 46.1 |
| 5 | 1.2 | 0.4 | 1.6 | 6.5 | | 36 | 3.9 | 56.3 | 37.8 | 50.6 |
| 6 | 1.2 | 0.6 | 1.7 | 6.8 | | 37 | 4.0 | 66.2 | 42.9 | 55.6 |
| 7 | 1.3 | 0.7 | 1.9 | 7.2 | | 38 | 4.2 | 78.0 | 48.9 | 61.4 |
| 8 | 1.3 | 0.9 | 2.1 | 7.5 | | 39 | 4.4 | 92.2 | 56.0 | 67.9 |
| 9 | 1.4 | 1.0 | 2.3 | 7.9 | | 40 | 4.6 | 109.4 | 64.2 | 75.3 |
| 10 | 1.4 | 1.2 | 2.5 | 8.3 | | 41 | 4.8 | 130.2 | 73.9 | 83.9 |
| 11 | 1.5 | 1.4 | 2.7 | 8.8 | | 42 | 5.0 | 155.5 | 85.4 | 93.7 |
| 12 | 1.5 | 1.7 | 3.0 | 9.3 | | 43 | 5.3 | 186.5 | 99.0 | 105.1 |
| 13 | 1.6 | 2.0 | 3.3 | 9.8 | | 44 | 5.6 | 224.6 | 115.3 | 118.4 |
| 14 | 1.6 | 2.3 | 3.6 | 10.4 | | 45 | 5.8 | 271.7 | 134.9 | 133.9 |
| 15 | 1.7 | 2.6 | 3.9 | 11.0 | | 46 | 6.1 | 330.3 | 158.5 | 152.1 |
| 16 | 1.8 | 3.1 | 4.3 | 11.6 | | 47 | 6.4 | 403.7 | 187.2 | 173.6 |
| 17 | 1.8 | 3.5 | 4.8 | 12.3 | | 48 | 6.8 | 496.0 | 222.3 | 199.3 |
| 18 | 1.9 | 4.1 | 5.3 | 13.1 | | 49 | 7.2 | 613.1 | 265.5 | 229.9 |
| 19 | 2.0 | 4.7 | 5.8 | 13.9 | | 50 | 7.5 | 762.9 | 319.1 | 266.9 |
| 20 | 2.0 | 5.4 | 6.4 | 14.8 | | 51 | 8.0 | 955.8 | 386.0 | 311.8 |
| 21 | 2.1 | 6.2 | 7.1 | 15.8 | | 52 | 8.4 | 1206.5 | 470.3 | 366.7 |
| 22 | 2.2 | 7.1 | 7.8 | 16.9 | | 53 | 8.9 | 1535.4 | 577.5 | 434.4 |
| 23 | 2.3 | 8.2 | 8.7 | 18.0 | | 54 | 9.5 | 1971.2 | 715.1 | 518.8 |
| 24 | 2.4 | 9.4 | 9.6 | 19.3 | | 55 | 10.1 | 2554.9 | 893.5 | 624.9 |
| 25 | 2.5 | 10.9 | 10.7 | 20.7 | | 56 | 10.7 | 3346.0 | 1127.4 | 759.8 |
| 26 | 2.6 | 12.5 | 11.9 | 22.3 | | 57 | 11.4 | 4431.6 | 1438.0 | 933.2 |
| 27 | 2.7 | 14.5 | 13.2 | 23.9 | | 58 | 12.2 | 5942.1 | 1855.5 | 1158.8 |
| 28 | 2.8 | 16.7 | 14.7 | 25.8 | | 59 | 13.0 | 8075.4 | 2425.1 | 1456.5 |
| 29 | 2.9 | 19.3 | 16.4 | 27.9 | | 60 | 13.9 | 11137.6 | 3214.1 | 1855.1 |
| 30 | 3.0 | 22.4 | 18.4 | 30.1 | | 61 | 15.0 | 15612.1 | 4326.0 | 2397.4 |

Temel şekilleri

- Sürekli

$$q_{ult} = \frac{Q_{ult}''}{B} = \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma + (q_2 + D_f \gamma_2) N_q + c N_c$$

- Kare

$$q_{ult-square} = 0.4 \gamma_1 B N_\gamma + (q_2 + D_f \gamma_2) N_q + 1.3 c N_c = \frac{Q_{ult}}{B^2}$$

- Dairesel

$$q_{ult-circular} = 0.3 \gamma_1 B N_\gamma + (q_2 + D_f \gamma_2) N_q + 1.3 c N_c = \frac{Q_{ult}}{\pi r^2}$$

Müsaade edilen taşıma gücü

-Sürekli

- Nihai taşıma gücü değerleri göçme anındaki değerlerdir. Müsaade edilen taşıma gücü değerleri hesaplarda kullanılır.

$$q_{all} = \frac{q_{ult}}{F.S.}$$

$$Q''_{all} = \frac{Q''_{ult}}{F.S.} = \frac{B \cdot q_{ult}}{F.S.}$$

- $F.S._{kum} = 2.5-3.0$
- $F.S._{kil} = 3.0$

• Kare ve dairesel

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{F.S.}$$

- Su seviyesi B temel genişliği kadar temel

$$q_{ult} = \frac{Q''_{ult}}{B} = \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma + (q_2 + D_f \gamma_2) N_q + c N_c$$

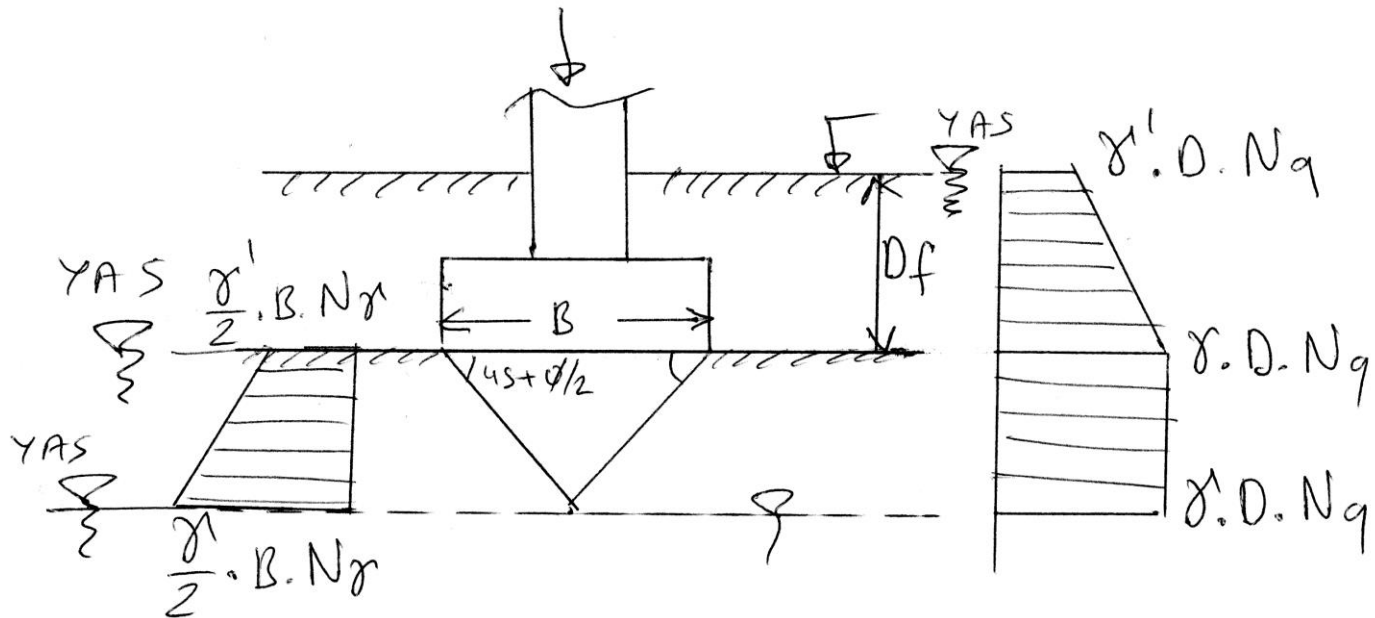
- Su seviyesi temel altında

$$q_{ult} = \frac{1}{2} (\gamma_{1-sat} - \gamma_w) B N_\gamma + (q + \gamma_2 D_f) N_q + c N_c$$

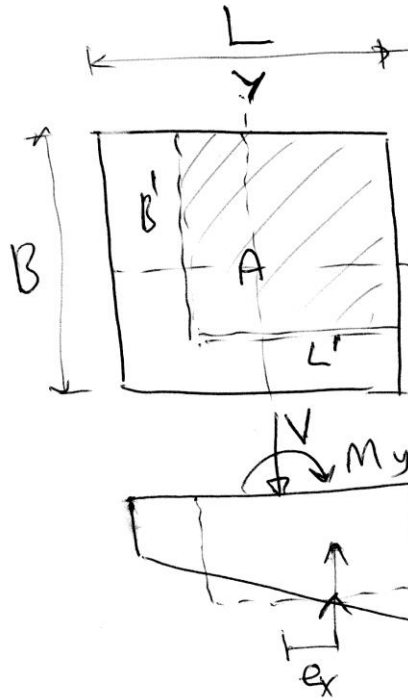
- Su seviyesi zemin yüzeyinde

$$q_{ult} = \frac{1}{2} (\gamma_{1-sat} - \gamma_w) B N_\gamma + (q + \{\gamma_{2-sat} - \gamma_w\} D_f) N_q + c N_c$$

TAŞIMA GÜCÜ HESABINA SU SEVİYESİNİN ETKİSİ



EKSANTRİK YÜK ALTINDA TAŞIMA GÜCÜ HESABI



$$e_y = \frac{M_x}{V}$$

$$L' = L - 2e_x$$

$$B' = B - 2e_y$$

$$A_f = B' L'$$

$$e_x = \frac{M_y}{V}$$

* $B N_f \rightarrow B'$

* selül faktorlerinde $\rightarrow B'$

* $P_{ult} = q_{ult} (B' L')$

Meyerhof

- Terzaghi tarafından dikkate alınmayan faktörleri eklemiştir
 - Kare den başka şekiller
 - Derinlik
 - Eğimli yük

$$q_{ult} = \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} + (q + \gamma_2 D_f) N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci}$$

- Taşıma gücü faktörleri aynı

Meyerhof

| Faktör | Şekil | Derinlik | Eğim β = düşeye göre açı |
|------------|--|--|---|
| F_γ | $F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$ | $(D_f / B) \leq 1$ $F_{\gamma d} = 1$ $(D_f / B) > 1$ $F_{\gamma d} = 1$ | $F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$ |
| F_q | $F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi$ | $(D_f / B) \leq 1$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$ $(D_f / B) > 1$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ | $F_{qi} = F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$ |
| F_c | $F_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$ | $(D_f / B) \leq 1$ $F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $(D_f / B) > 1$ $F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ | $F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$ |

Hansen Vesic Yöntemi

J. Brinch Hansen (1961) (1970) Meyerhorf'un önerdiği taşıma gücü eşitliğini temel taban eğimi faktörleri (b) ve zemin yüzü eğim faktörlerini (g) ekleyerek geliştirmiştir.

$$qu = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5g'BN_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} g_{\gamma} b_{\gamma}$$

N_c, N_q Taşıma gücü faktörleri Meyerhof taşıma kapasitesi ile aynı **N_{γ}** ise **1.5**
 $(N_q - 1)\tan\phi$ ile bulunur

s_c, s_q, s_{γ} : şekil faktörleri

d_c, d_q, d_{γ} : derinlik faktörleri

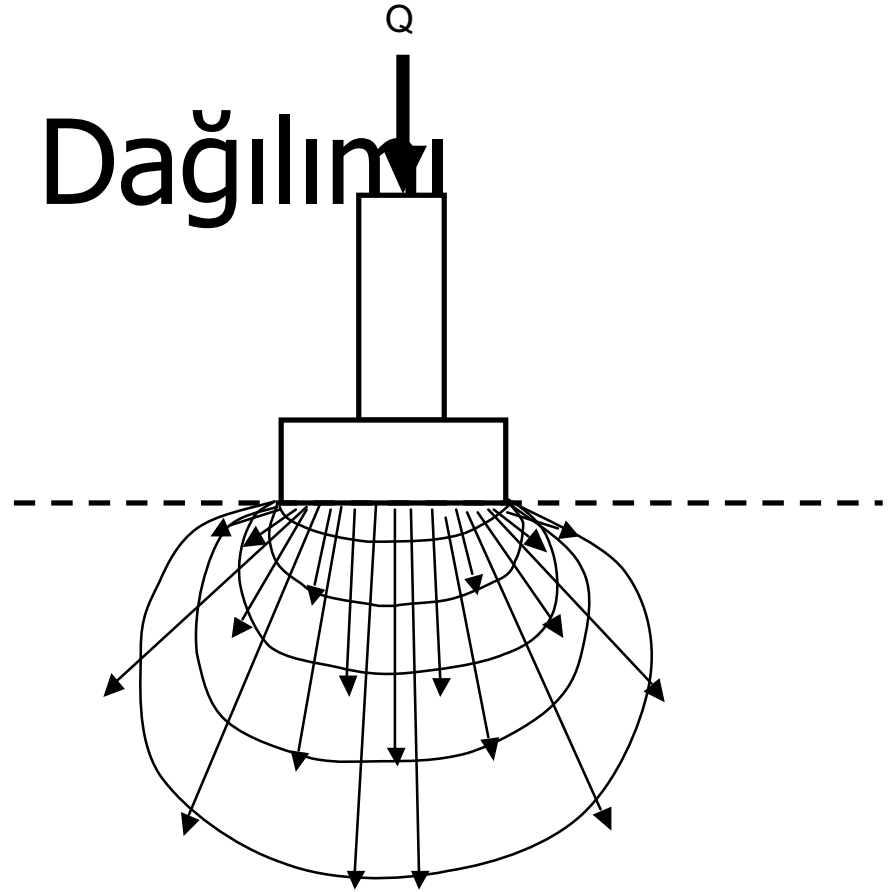
i_c, i_q, i_{γ} : yük eğiklik faktörleri

g_c, g_q, g_{γ} : zemin eğiklik faktörleri

b_c, b_q, b_{γ} : temel eğiklik faktörleri

Gerilme dağılımı

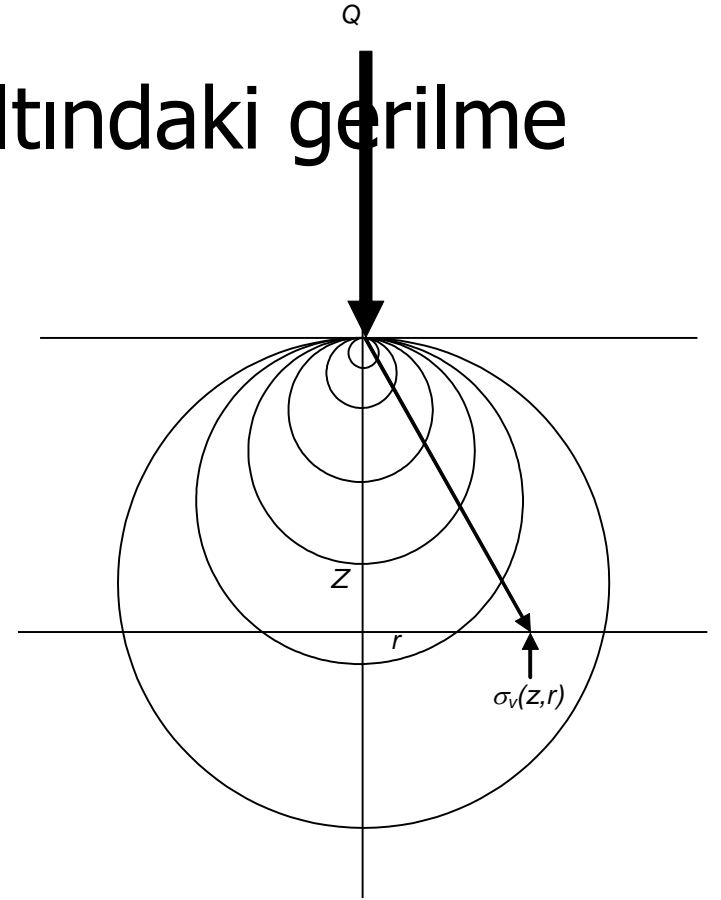
Gerilme Dağılımı



- Taban gerilmesi derine gittikçe azalır

Gerilme Dağılımı

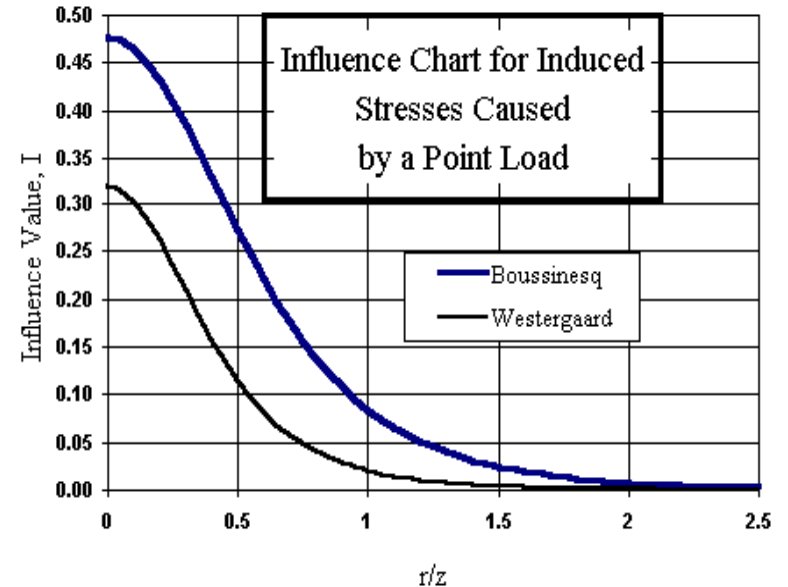
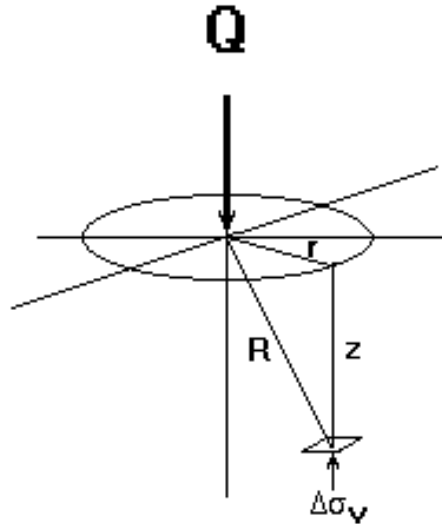
- Boussinesq noktasal yük altındaki gerilme artışını hesapladı
- Kabuller:
 - Lineer Elastik
 - Homojen, İzotrop
 - Yarı sonsuz yarım uzay



Gerilme Dağılımı

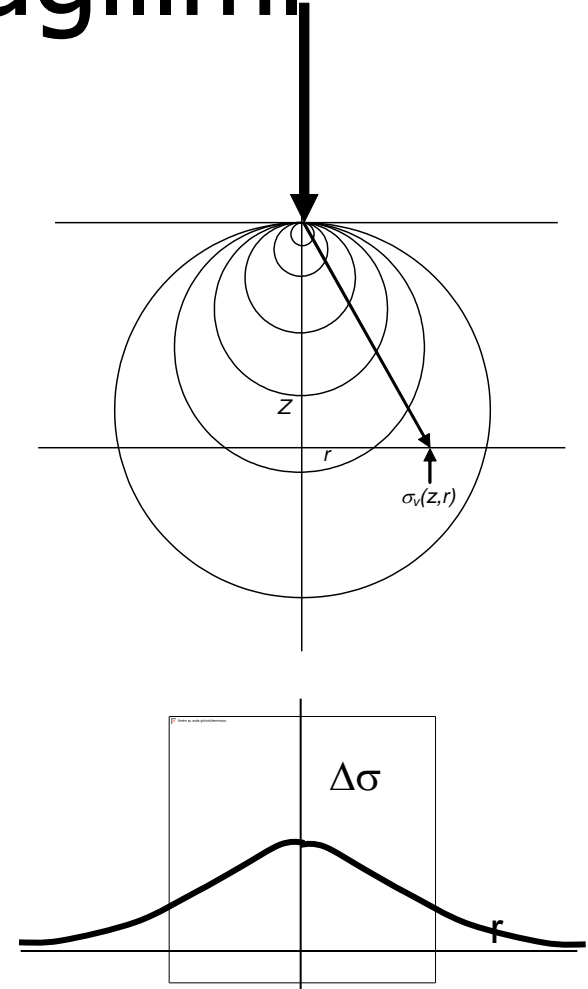
- Boussinesq Noktasal Yük Hesabı

$$\Delta\sigma_v = \frac{3Q}{2\pi} \left[\frac{z^3}{(r^2 + z^2)^{3/2}} \right] = \frac{Q}{z^2} \cdot \frac{3}{2\pi \left[1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{5/2}} = \frac{Q}{z^2} \cdot I_B$$



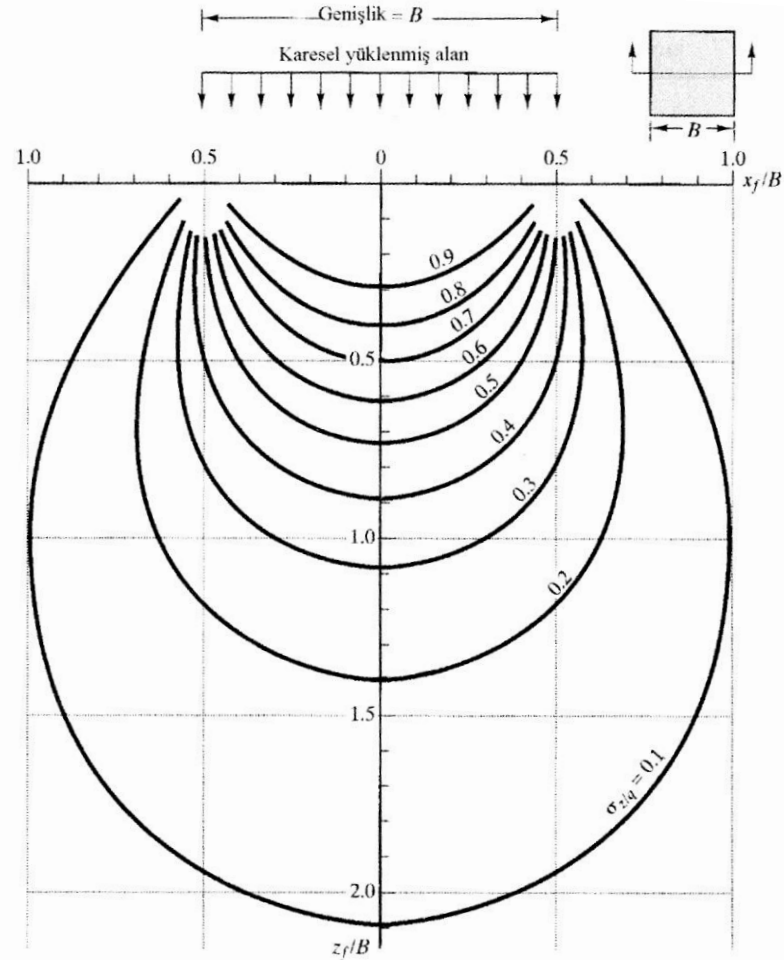
Gerilme Dağılımı

- Eğrinin altındaki hacim uygulanan kuvvete eşittir



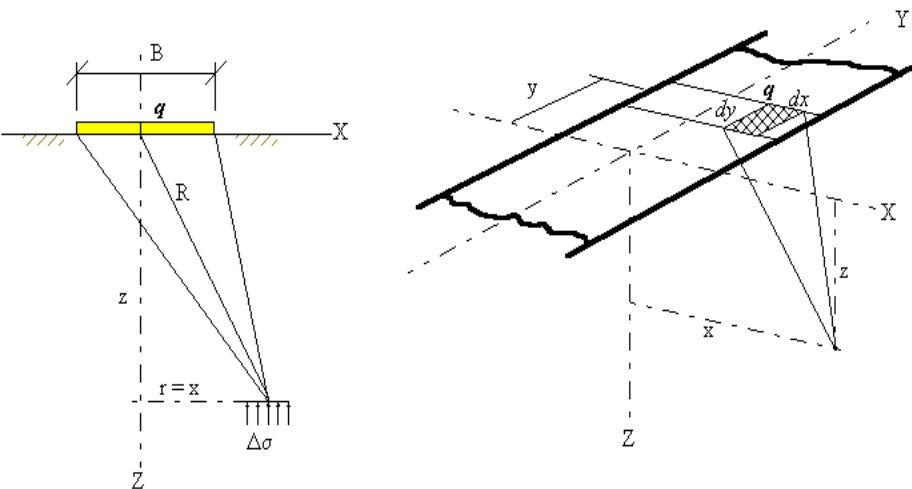
$$Q = \int \Delta\sigma \cdot dx dy = \int \Delta\sigma \cdot r dr d\theta$$

DüŖey gerilme dağılımı



Ŗekil 10.9 Kare Ŗeklinde y¼kl¼ alanın altında oluŖan d¼Ŗey gerilme, σ_z (Boussinesq).

Gerilme Dağılımı



$$d\sigma_{v-i} = \frac{3(q dx dy)}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{(x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} = \frac{3q}{2\pi} \cdot \frac{z^3}{(x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} dx dy$$

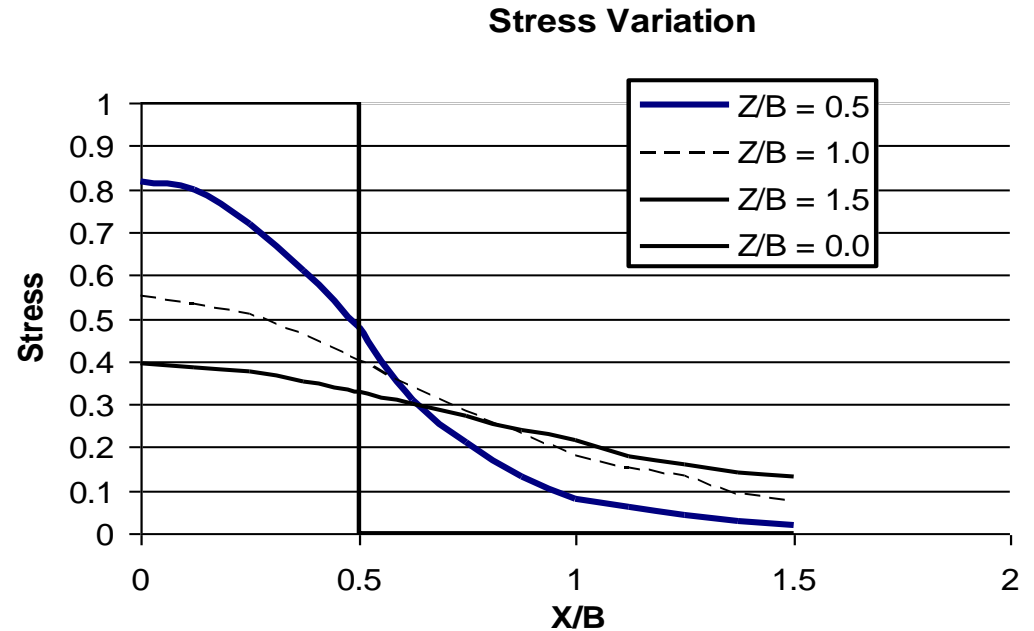
$$\Delta\sigma_v = \int_A d\sigma_v = \frac{3qz^3}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{x-B/2}^{x+B/2} \frac{1}{(x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} dx dy$$

$$\Delta\sigma_v = \frac{q}{\pi} \left[\frac{\frac{z}{B} \left(\frac{x}{B} + \frac{1}{2} \right)}{\left(\left(\frac{x}{B} + \frac{1}{2} \right)^2 + \left(\frac{z}{B} \right)^2 \right)} - \frac{\frac{z}{B} \left(\frac{x}{B} - \frac{1}{2} \right)}{\left(\left(\frac{x}{B} - \frac{1}{2} \right)^2 + \left(\frac{z}{B} \right)^2 \right)} + \tan^{-1} \left(\frac{\left(\frac{x}{B} + \frac{1}{2} \right)}{\frac{z}{B}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{\left(\frac{x}{B} - \frac{1}{2} \right)}{\frac{z}{B}} \right) \right]$$

Gerilme Dağılımı

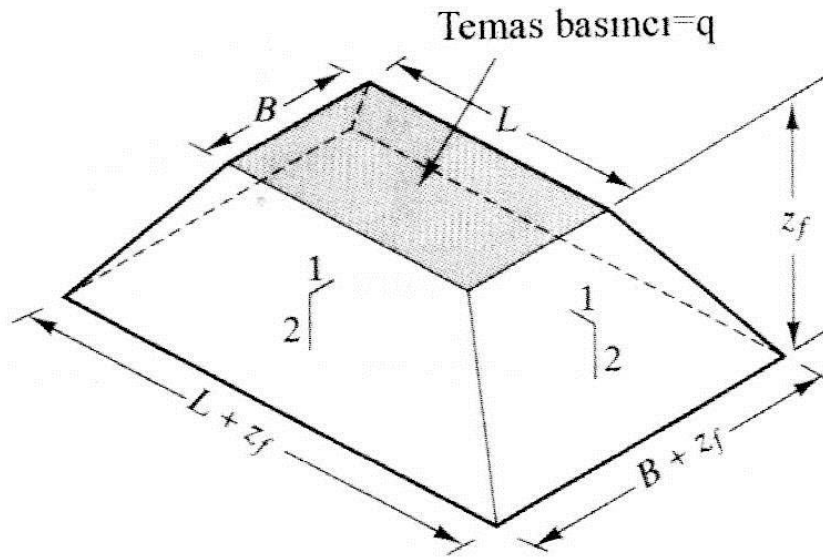
- Sürekli temel altındaki gerilme dağılımı.
 - Merkezde en yüksek gerilme
 - Merkezden yatay yönde uzaklaştıkça gerilme azalıyorEğrilerin altındaki alanlar eşit

$$Q = \Delta\sigma \cdot B$$



DüŖey gerilme hesabında yaklaŖık yöntem

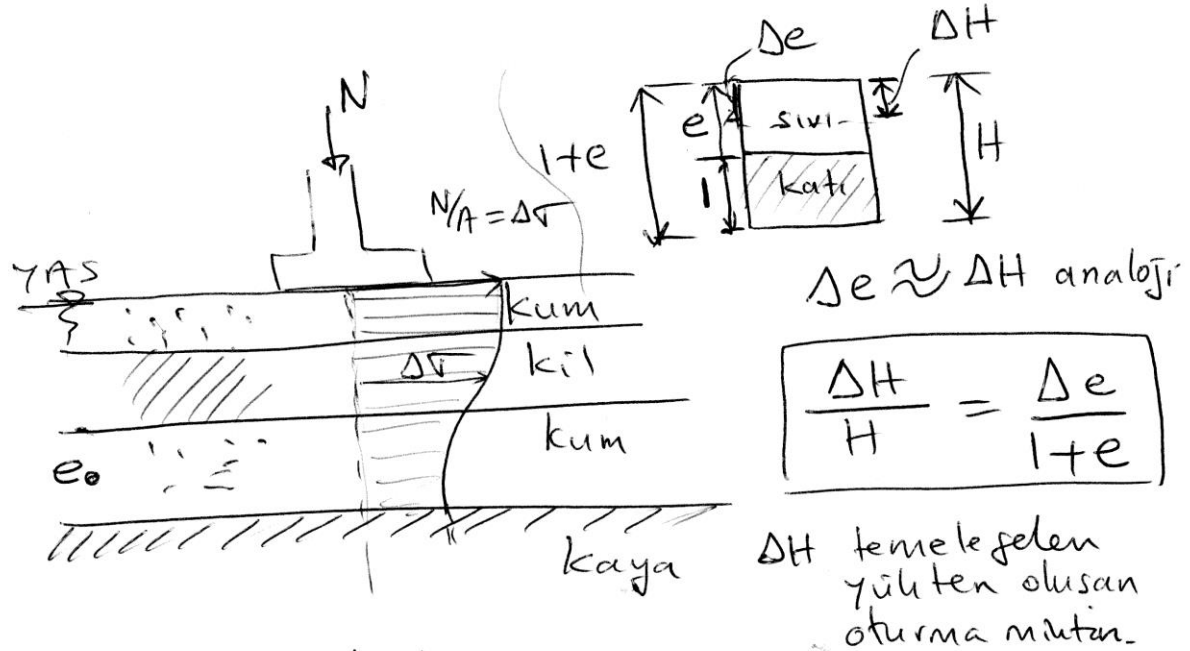
333



Ŗekil 10.11 Yüklenen alanın tabanından belirli bir derinlikte oluŖan ortalama σ_z 'yi hesaplamada 1:2 yönteminin kullanılması.

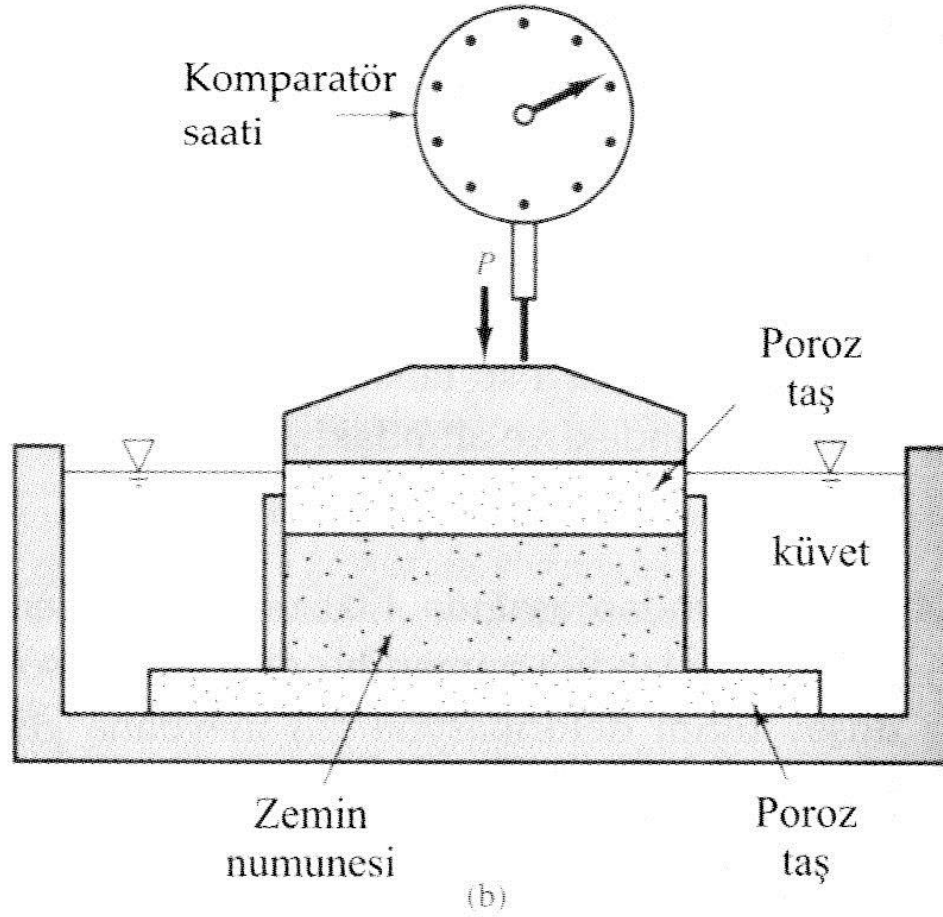
Oturma Analizi

NIHAİ OTURMA



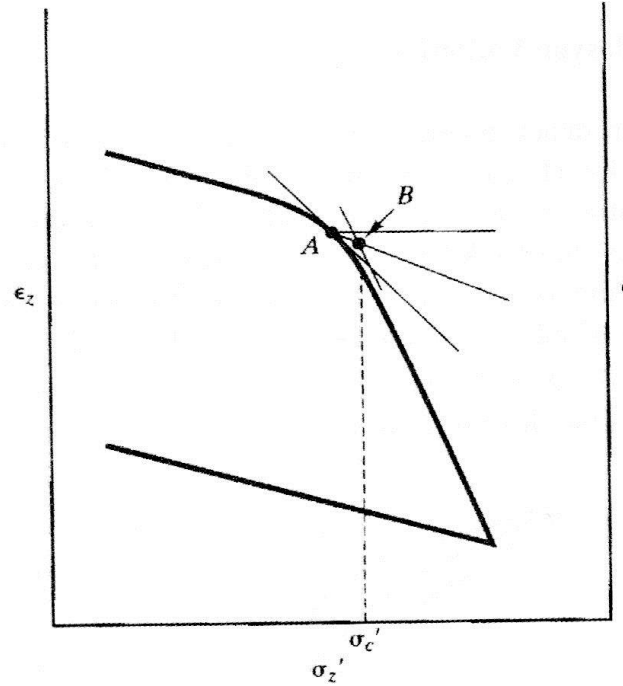
$\Delta\sigma \rightarrow \Delta e$ bulunabilirse nihai oturma hesaplanabilir. Konsolidasyon deneyi sonucunda $e - \log \sigma'$ eğrisi bu amaçla kullanılır.

Ödometre deney aleti



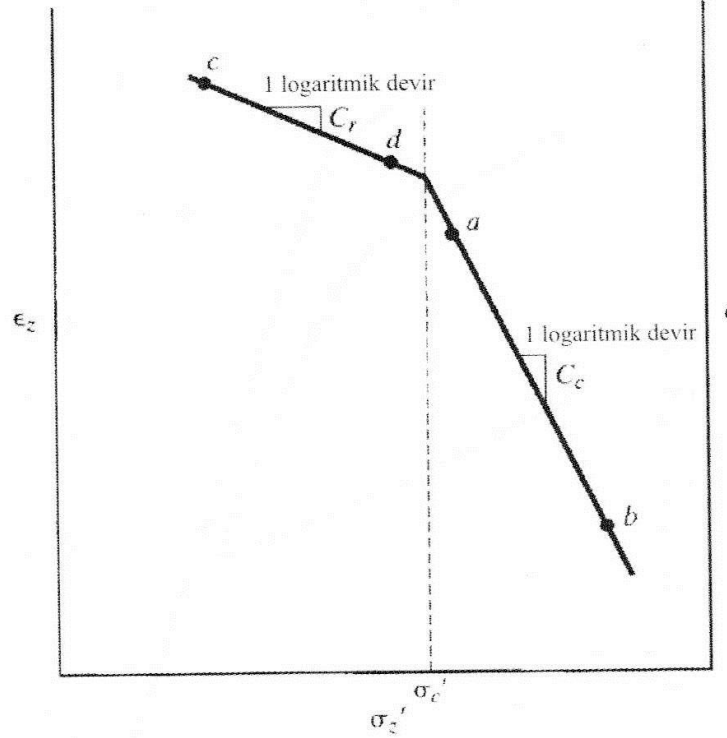
Casagrande Yöntemi

1. Konsolidasyon eğrisi üzerinde minimum yarıçap noktasını bulunuz (A noktası).
2. A noktasından yatay bir çizgi çiziniz.
3. A noktasında laboratuvar eğrisine bir teğet çizgi çiziniz.
4. 2. ve 3. adımlardan çizgiler ile oluşturulan açığı iki eşit parçaya bölünüz.
5. Bakir eğrinin düz kısmını 4. adımda oluşturulan çizgiyi kesinceye kadar yukarı doğru uzatınız. Elde edilen B noktası önkonsolidasyon basıncıdır (σ'_c).



Şekil 11.13 Ön-konsolidasyon gerilmesini bulmada Casagrande yöntemi.

Normal konsolide killerde konsolidasyon



Şekil 11.15 Yarı-logaritmik $e - \sigma'_z$ grafiğinde konsolidasyon eğrilerinin eğimleri C_c ve C_f 'dir. Eğimin değiştiği yer σ'_c önkonsolidasyon basıncına karşılık gelir.

Normal konsolide zeminlerde konsolidasyon oturması

$$(\delta_c)_{nihai} = \sum \frac{C_c}{1+e_0} H \log \left(\frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{z0}} \right) \quad (11.23)$$

Burada:

H = zemin tabakasının kalınlığıdır.

Burada:

$(\delta_c)_{nihai}$ = zemin yüzeyindeki nihai konsolidasyon oturması

ε_z = düşey normal birim deformasyon

C_c = sıkışma indeksi

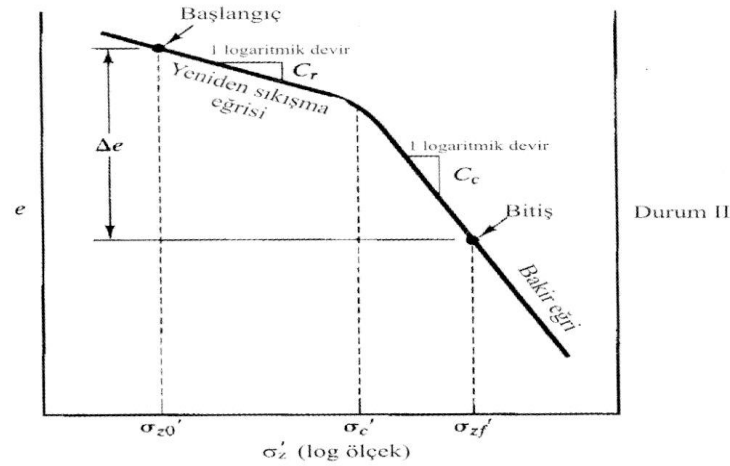
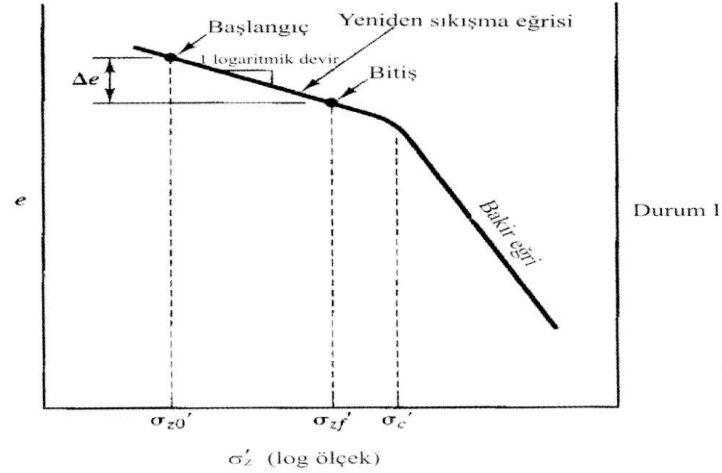
e_0 = ilk boşluk oranı

σ'_{z0} = ilk düşey efektif gerilme

σ'_{zf} = son düşey efektif gerilme

z = zemin yüzeyinden itibaren derinliktir.

Aşırı konsolide zeminlerin konsolidasyonu



Şekil 11.18 Aşırı konsolide zeminlerin konsolidasyonu.

Aşırı konsolide zeminlerin konsolidasyonu

$$(\delta_c)_{nihai} = \sum \frac{C_r}{1+e_0} H \log \left(\frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{z0}} \right) \quad (11.24)$$

$$(\delta_c)_{nihai} = \sum \left[\frac{C_r}{1+e_0} H \log \left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{z0}} \right) + \frac{C_c}{1+e_0} H \log \left(\frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_c} \right) \right] \quad (11.25)$$

Zemin sıkışabilirliği sınıflaması

Tablo 11.1 Zemin sıkışabilirliği sınıflaması.

| $\frac{C_c}{1+e_0}$ veya $\frac{C_r}{1+e_0}$ | Sınıflama |
|--|--------------------------------|
| 0 – 0,05 | Çok hafifçe sıkışabilir |
| 0,05 – 0,10 | Hafifçe sıkışabilir |
| 0,10 – 0,20 | Orta derecede sıkışabilir |
| 0,20 – 0,35 | İleri derecede sıkışabilir |
| >0,35 | Çok ileri derecede sıkışabilir |

Normal konsolide zeminler için sınıflamayı $C_c/(1+e_0)$ 'a dayandırınız. Aşırı konsolide olanlar için sınıflamayı $C_r/(1+e_0)$ 'a dayandırınız

Aşırı konsolidasyon sınırları

Tablo 11.2 Aşırı konsolidasyon sınırlarının tipik değer aralıkları.

| Aşırı konsolidasyon sınırı, σ_m' | | Sınıflama |
|---|-----------------------|--------------------------------|
| (kPa) | (lb/ft ²) | |
| 0 | 0 | Normal konsolide |
| 0 – 100 | 0 – 2000 | Hafifçe aşırı konsolide |
| 100 – 400 | 2000 – 8000 | Orta derecede aşırı konsolide |
| >400 | >8000 | İleri derecede aşırı konsolide |

İkincil sıkışma

$$C_{\alpha} = -\frac{de}{d \log t} \quad (11.26)$$

$$\frac{C_{\alpha}}{1 + e_p} = \frac{d\varepsilon_z}{d \log t} \quad (11.27)$$

Burada:

C_{α} = ikincil sıkışma indeksi

e = boşluk oranı

e_p = konsolidasyon oturması sonunda boşluk oranı (çok hata vermeden $e = e_p$ kullanılabilir)

ε_z = düşey birim deformasyon

t = zamandır.

Sıkışma indisi ile ikincil sıkışma indisi arasındaki ampirik bağıntı

Tablo 11.4 C_α ile C_c arasındaki ampirik ilişki (Terzaghi, Peck ve Mesri, 1996).

| Malzeme | C_α / C_c |
|-----------------------------------|------------------|
| Granüle zeminler ve kaya dolgular | $0,02 \pm 0,01$ |
| Şeyl ve çamurtaşı | $0,03 \pm 0,01$ |
| İnorganik killer ve siltler | $0,04 \pm 0,01$ |
| Organik killer ve siltler | $0,05 \pm 0,01$ |
| Turba ve muskeg | $0,06 \pm 0,01$ |

Konsolidasyon diferansiyel denklemi

$$\frac{\partial u_e}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 u_e}{\partial z^2}$$

Burada:

u_e = aşırı boşluk suyu basıncı

t = zaman

c_v = konsolidasyon katsayısı (Varsayım 7'ye göre bir sabit)

z = zemin yüzeyi altındaki düşey mesafedir.

Diferansiyel denklemin çözümü

$$u_e = \Delta\sigma_z \sum_{N=0}^{\infty} \left(\frac{4}{(2N+1)\pi} \sin \left[\frac{(2N+1)\pi}{2} \frac{z_{dr}}{H_{dr}} \right] e^{-\left[\frac{(2N+1)^2 \pi^2}{4} T_v \right]} \right) \quad (12.17)$$

T_v parametresi *zaman faktörü* olarak bilinir:

$$T_v = \frac{c_v t}{H_{dr}^2} \quad (12.18)$$

Burada:

u_e = aşırı boşluk suyu basıncı

$\Delta\sigma_z$ = uygulanan yükten dolayı düşey toplam gerilmedeki değişme

z_{dr} = noktadan en yakın drenaj sınırına düşey mesafe

H_{dr} = en uzun drenaj yolu uzunluğu (tek yönlü drenaj için H_{dr} = sıkışabilir tabakanın kalınlığı; çifte drenaj için H_{dr} = sıkışabilir tabakanın yarı kalınlığı)

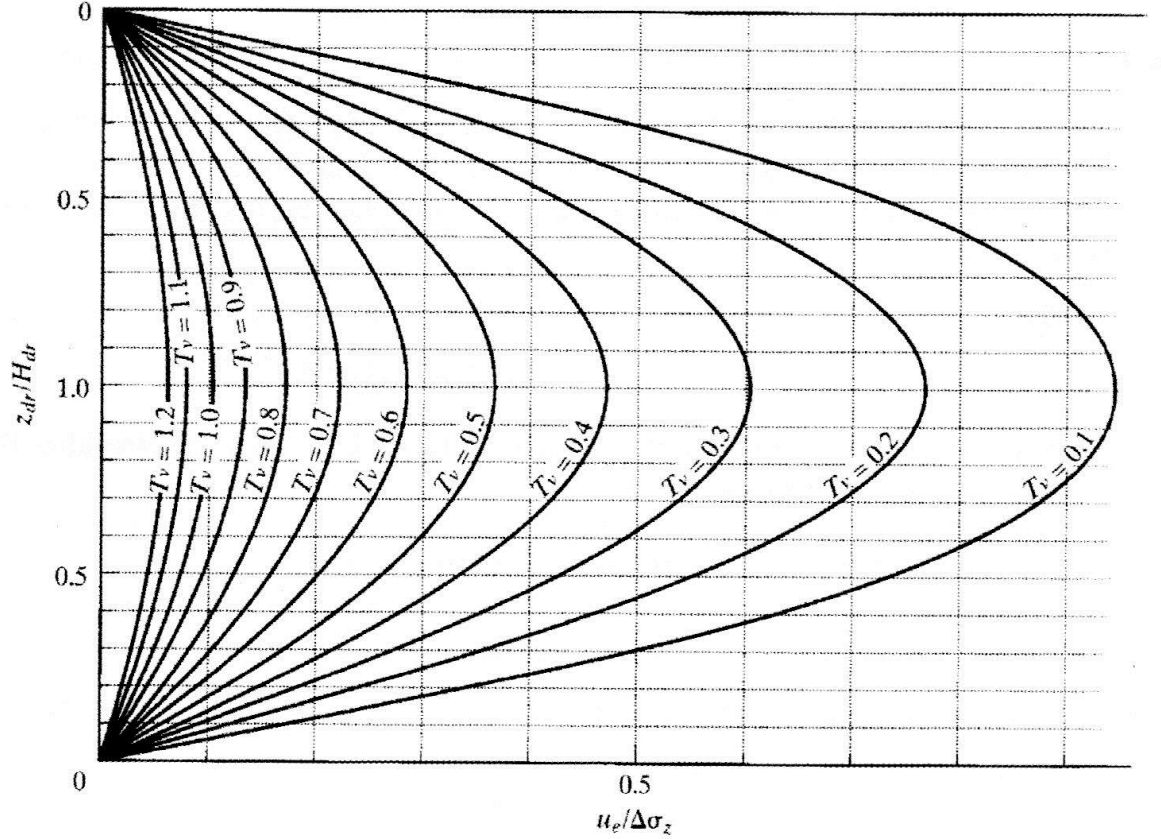
e = doğal logaritma tabanı = 2,7183

c_v = konsolidasyon katsayısı

t = yükün uygulanmasından sonraki zaman

T_v = zaman faktörüdür.

Boşluk suyu basıncı değişimi



Şekil 12.4 Çifte drenajda T_v 'nin farklı değerleri için $u_e/\Delta\sigma_z$. Tek drenaj durumu için bu diyagramın sadece üst kısmını kullanınız.

Örnek 12.2

Konsolidasyon katsayısı

Tablo 12.1 c_v 'nin ölçülmüş değerleri (Holtz ve Kovacs, 1981).

| Zemin | c_v | |
|---|---------------------|----------------------|
| | m ² /gün | ft ² /gün |
| Boston mavi kili (CL) (Ladd ve Luscher, 1965) | 0,033±0,016 | 0,33±0,16 |
| Organik silt (OH) (Lowe vd., 1964) | 0,00016-0,00082 | 0,0016-0,0082 |
| Buzul gölü killeri (Wallace ve Otto, 1964) | 0,00055-0,00074 | 0,0055-0,0074 |
| Chicago siltli kili (Terzaghi ve Peck, 1967) | 0,00074 | 0,0074 |
| İsveç orta hassas killeri (CL-CH) (Holtz ve Broms, 1972) | | |
| Laboratuvar | 0,0003-0,0006 | 0,003-0,006 |
| Arazi | 0,0006-0,003 | 0,006-0,03 |
| San Francisco körfez çamuru (CL) | 0,0016-0,0033 | 0,016-0,033 |
| Mexico City kili (MH) (Leonards ve Girault, 1961) | 0,0008-0,0014 | 0,008-0,014 |

Kumlarda oturma hesabi

Schmertmann yöntemi (1970)

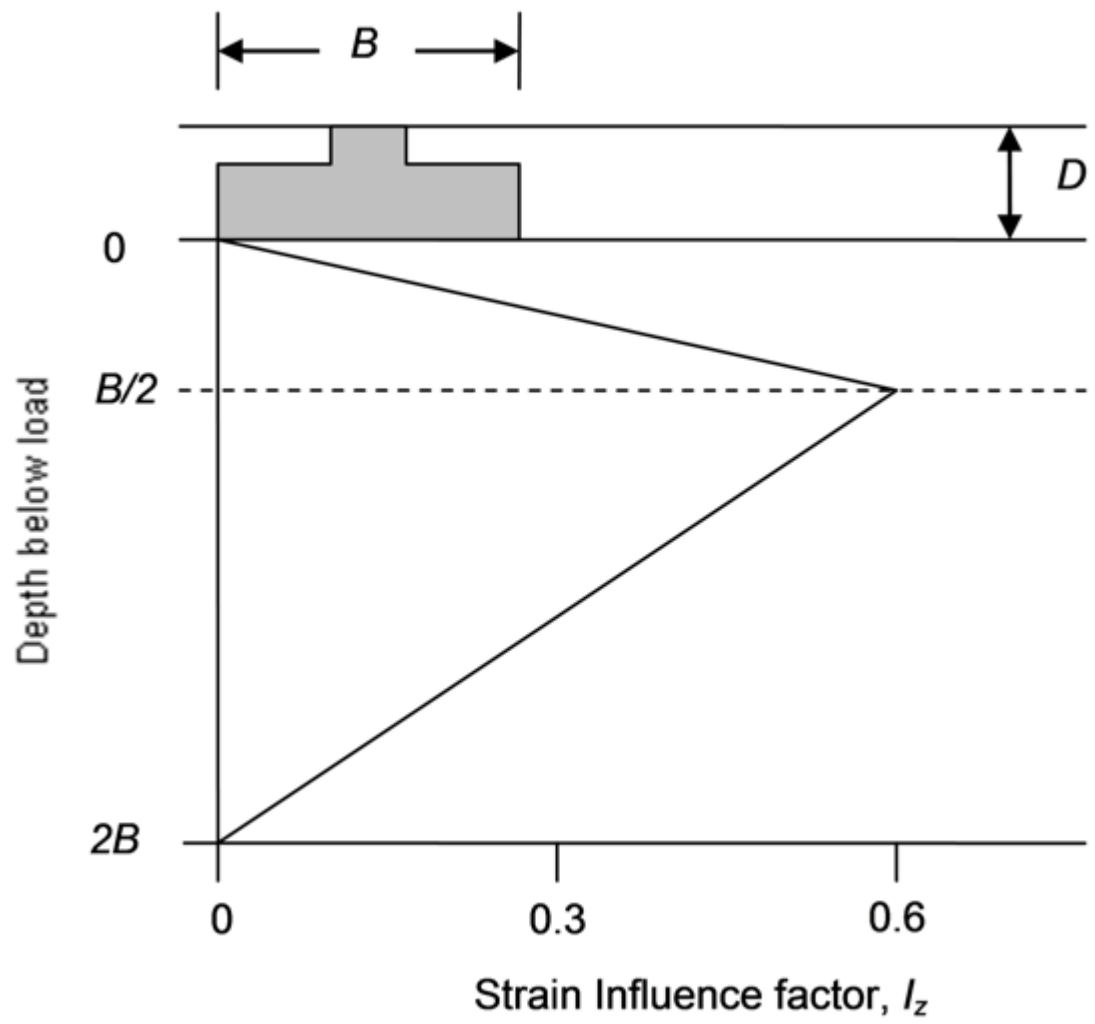
- Tabakaların rijitlik özelliklerini kullanarak oturmaların hesap edilmesini sağlar. Koni penetrasyon uç direnci q_c (CPT deneyinden elde edilir) kullanılarak da oturma hesapları yapılabilir . Bu yöntemde birim boy değiştirmelerin üçgen bir dağılım şeklinde olduğu varsayımını kullanarak oturmalar hesaplanır Zamana bağlı oturmaları da hesaplayabilmek için bir katsayı tanımlanmıştır (sünme katsayısı)

Schmertmann oturma formülü

$$\delta = C_1 C_t \Delta P \sum_{i=1}^n \frac{\Delta z_i}{E_{si}} I_{zi}$$

- C_1 = kazılan zeminden dolayı azalan birim deformasyon için düzeltme katsayısı,
- σ_{od}' = temelin altındaki efektif gerilme
- ΔP = net temel basıncı
- C_t = zamana bağlı sünme için düzeltme katsayısı,
- t = zaman (yıl)
- E_{si} = i tabakası için bir boyutlu elastik modül
- Δz_i = tabaka kalınlığı
- I_{zi} = i tabakası orta noktasında etkileşim katsayısı

$$C_1 = 1 - \frac{\sigma_{od}'}{2\Delta P}$$



Sonuç ve öneriler

- Temel boyutlandırması yapı özellikleri, yapıdan gelen ölü ve canlı yükler ile yapının maruz kaldığı deprem, rüzgar gibi yüklerle göre zeminin göçme ve oturma özellikleri incelenerek yapılır. Sadece zemin parametreleri kullanılarak müsaade edilebilir taşıma gücü verilemez. Oturma miktarı genellikle daha kritiktir. Müsaade edilebilir oturma miktarları temel tipi, derinliği ve boyutlarını kontrol etmektedir.

REFERANSLAR

- Sunumda referans olarak kullanabilecek bir kitaba bağlı kalabilmek maksadıyla CODUTO “Geoteknik Mühendisliđi, İlkeler ve Uygulamalar” kitabının Türkçe çevirisi kullanılmıştır (kitabın orijinal İngilizce basımı tavsiye edilmekte ve çevirisinde kullanılan terminoloji ile ilgili bir sorumluluk alınmamaktadır)